

Revitalisasi Pasokan Udara Segar(Aep Saepudin Catur, Mohamad Yahya, Dede Solehudin Fauzi)

REVITALISASI PASOKAN UDARA SEGAR SISTEM VENTILASI (KLA12) REAKTOR SERBA GUNA G.A. SIWABESSY

Aep Saepudin Catur, Dede Solehudin Fauzi, Mohamad Yahya

Pusat Reaktor Serba Guna, Badan Tenaga Nuklir Nasional

e-mail : epsa@batan.go.id

ABSTRAKS

REVITALISASI PASOKAN UDARA SEGAR SISTEM VENTILASI (KLA12) REAKTOR SERBA GUNA G.A. SIWABESSY. Telah dilakukan re-vitalisasi pasokan udara segar sistem ventilasi (KLA12) Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS). Unit pasokan udara segar pada sistem ventilasi reaktor RSG-GAS berfungsi untuk mendistribusikan udara dingin ke dalam gedung reaktor. Unit ini telah beroperasi lebih dari 28 tahun sejak tahun 1987. Dari lembar data operasi unit ini telah mengalami penurunan unjuk kerjanya, hal ini diindikasikan dengan adanya penurunan laju aliran udara menjadi $18.000 \text{ m}^3/\text{jam}$ dari kondisi ideal udara masuk $22.000\text{--}28.000 \text{ m}^3/\text{jam}$. Disamping itu juga adanya kerusakan fisik pada bagian casing sehingga terjadi kebocoran pada unit tersebut. Untuk mengembalikan performa sistem maka dilakukan revitalisasi unit pasokan udara segar, yang meliputi penggantian casing, filter udara, motor fan, blower, pipa unit pendingin. Hasil dari revitalisasi dilakukan pengujian dan dapat dipastikan bahwa unit pasokan udara segar dapat dioperasikan secara aman dan memenuhi spesifikasinya, yaitu sebesar $27.335,88 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kata kunci : Revitalisasi, Sistem Ventilasi

ABSTRACT

REVITALIZATION OF FRESH AIR SUPPLIER UNIT ON VENTILATION SYSTEM (KLA12) MULTI PURPOSE REACTOR G.A. SIWABESSY. It has been done re-vitalization of fresh air supply to the ventilation system of the G.A. Siwabessy reactor. The unit of fresh air supplier in reactor RSG-GAS ventilation system serves to distribute the cool air into reactor building. This unit had been operated for more than 28 years since 1987. From the operation sheet data, this unit has decreased work performance, it is indicated by the decrease in air flow rate to $18,000 \text{ m}^3/\text{h}$ from the ideal condition of air entering $22.000\text{--}28.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Moreover, the physical damage on the casing causing a leakages in the unit. To restore the system's performance, so the revitalization of the fresh air supplier are including the replacement of casing, air filter, fan motors, blower, cooling pipe unit. The results of revitalization's test can be ensured that the fresh air supplier unit can be operated safely and fulfill the specifications, amounting to $27,335.88 \text{ m}^3/\text{h}$.

Keywords: Revitalization, Ventilation System

PENDAHULUAN

Peranan sistem ventilasi reaktor RSG-GAS selain untuk pendingin ruangan dan mengatur tingkat kelembaban udara, juga untuk mengatur beda tekanan antara ruangan dan sebagai pengungkung pelepasan udara yang terkontaminasi ke lingkungan. Oleh karena itu perawatan sistem ventilasi ini menjadi bagian yang sangat penting dalam pengoperasian reaktor.

Pengaturan pendingin dan pengaturan kelembaban udara ruangan diperlukan untuk menjaga keandalan dan ketahanan peralatan serta kenyamanan pekerja. Sedangkan pengaturan beda tekanan ruangan dimaksudkan untuk mencegah tersebarnya udara yang mengandung kontaminasi udara ke ruangan disaat membuka pintu penghubung maupun melalui infiltrasi udara. Sistem ini dioperasikan secara terus menerus selama 24 jam.

Karena pengoperasian yang terus-menerus sejak awal pengoperasian reaktor, maka sistem ini telah mengalami keusangan. Meskipun kegiatan perawatan terhadap sistem ini terus dilakukan namun karena umur komponen, peralatan ini sudah mengalami kerusakan fisik pada bagian casing berupa karat dan adanya kebocoran-kebocoran. Hal ini menyebabkan tidak optimalnya kinerja unit tersebut. Hal ini diindikasikan dengan adanya penurunan laju aliran udara menjadi 18.000 m³/jam dari kondisi ideal udara masuk 22.000 – 28.000 m³/jam. Indikator laju aliran udara masuk dipantau oleh pemantau kontrol aliran KLA20 CF002 pada panel tegak Ruang kendali utama Reaktor RSG-GAS. Pencatatannya ditunjukkan pada lembar data operasi reaktor periode 1 Juni 2013 s/d 18 November 2013.

Revitalisasi dilakukan untuk mengembalikan kemampuan optimal dari unit pasokan udara segar. Adapun cakupan

revitalisasi adalah penggantian unit pasokan udara segar sistem KLA12, mulai dari *flexible ducting* udara masuk sampai dengan *flexible ducting* udara keluar. Adapun tahapan pekerjaannya adalah mulai dari pembongkaran dan pemindahan, instalasi, pengoperasian dan pengujian sistem.

TEORI

Unit pasokan udara segar (*Air Handling Unit = AHU*) adalah suatu mesin penukar kalor, dimana udara panas dari ruangan dihembuskan melewati koil pendingin di dalam unit tersebut sehingga menjadi udara dingin yang selanjutnya didistribusikan ke ruangan.

AHU pada sistem ventilasi reaktor RSG-GAS mempunyai fungsi memasok daerah radiasi menengah (*Intermediate Radiation Zone*, IRZ) dengan udara segar dingin dan telah difilter dan mempertahankan gradien tekanan antara daerah-daerah IRZ itu sendiri dan antara daerah-daerah IRZ dengan daerah luar selama operasi normal.

Sistem tersebut dirancang untuk operasi normal dan *venting*, dan dipasang dayanya dari catu daya listrik normal. Untuk keandalan sistem ini dibagi menjadi dua unit masing-masing berkapasitas 100% (operasi normal) dan mempunyai laju pertukaran udara segar minimum 1 pertukaran udara per jam.

Sistem ini terdiri atas dua unit berkapasitas 100% termasuk koil pendingin filter, kipas dan penyerap suara, saluran untuk distribusi udara, dan *dampers* pengatur untuk mengatur udara segar di masing-masing daerah guna mempertahankan gradien tekanan. Kapasitas 100% sesuai dengan 28.000 m³/jam.

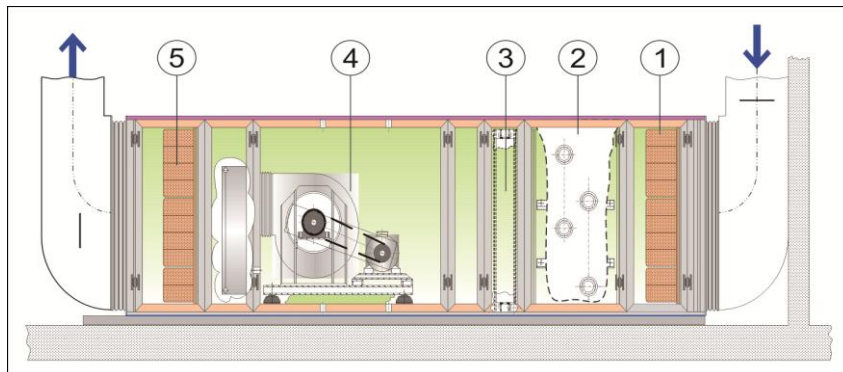
Sistem ini terletak di dalam LRZ di lantai +26,60 m gedung reaktor. Selama operasi normal, satu unit sistem pasokan udara segar IRZ beroperasi dan yang

lainnya dalam kondisi siap operasi, sedangkan selama operasi *venting* kedua unit beroperasi. Kegagalan pada unit operasi secara otomatis akan menghidupkan unit yang dalam kondisi siap operasi. Penutupan *damper* pengungkung akan memadamkan sistem^[1].

AHU dilengkapi beberapa alat/unit, antara lain adalah : unit *blower*, alat pendingin (*cooler*) yang terdiri dari pipa-

pipa kecil (*tubes*) dan dirangkum pada lembaran-lembaran plat tipis (*fins*), serta saringan udara (*air filter*) dan pada konstruksi AHU terpasang saluran udara (*ducting*) sisi masuk / keluar udara^[2].

Kedua AHU tersebut masing-masing diberi kode KLA11 dan KLA12. Gambar lengkap pasokan udara segar KLA11/12 seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Unit pasokan udara segar (AHU)

Keterangan gambar :

1 = Pre Filter

2 = Coil pendingin

3 = Water trap

4 = Unit blower

5 = After Filter

Parameter desain unjuk kerja pasokan udara segar KLA12, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Parameter unjuk kerja pasokan udara segar KLA12

No	Deskripsi	Parameter
1	Pasokan Udara Segar (KLA12)	1 unit
2	Laju alir udara (airflow), m ³ /jam (m ³ /det)	28.000 (7,7778)
3	Kapasitas pendingin, kW	460
4	Tekanan udara luar/Tekanan Total, mbar (Pa)	7/13,6 (700/1360)
5	Berat air pendingin, kg	39
6	Ukuran sambungan air pendingin	DN80
7	Laju alir air pendingin, m ³ /jam/Rugi-rugi, mbar (kPa)	64,3/190 (19)

REVITALISASI AHU KLA12

Pelaksanaan revitalisasi unit pasokan udara segar (KLA12) dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi : identifikasi

kerusakan pada sistem, penentuan komponen dan material yang akan diganti, penggantian sistem, pengoperasian dan pengujian sistem.

Identifikasi kerusakan

Identifikasi awal kerusakan diperoleh dari lembar data operasi, yaitu adanya penurunan laju aliran udara masuk pada kontrol aliran KLA20 CF002. Pada operasi periode 1 Juni 2013 s/d 18 Nopember 2013 diketahui rata-rata aliran udara masuk sebesar 18.000 m³/jam. Hal ini mengindikasikan adanya penurunan laju aliran udara yang idealnya diantara 22.000 – 28.000 m³/jam.

Dari data gangguan AHU KLA12 pada kurun waktu 3 (tiga) tahun terakhir, diketahui interval waktu penggantian filter udara semakin pendek. Dari pengalaman perawatan waktu penggantian filter itu lebih dari 1 (satu) tahun penggunaannya. Data gangguan yang menyebabkan penggantian filter udara seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data penggantian filter udara KLA12

No.	No. PPIK	Tanggal Gangguan	Sistem / Komponen	Pelapor	Petugas Perawat	Uraian Gangguan	Tindakan Perawatan	Tanggal Selesai	Keterangan
1	069	02-Mei-07	KLA12 CP001	Irwan R	Aep, Dede, Makmuri, Syafrul, Yahya	KLA 12 CP 001 High >250 Psi	Ganti Filter Hi-Flow 3P 45-65 (2 pcs), Hi-Flow 3R 58-86 (6 pcs) bersihkan sirip water trap, ganti grease	09-Mei-07	Berfungsi normal kembali
2	237	01-Nop-09	KLA12 CP001	Tukiyat	Dede, Santosa	KLA 12 CP 001 Maks, batasan 200 Pa di meter sekarang 280 Pa	Ganti filter tipe S FLO-PG (6 pc) dan 3R-65 (2 pc)	06-Nop-09	Berfungsi normal kembali
3	089	31-Mei-12	KLA12 CP001	Budi S.	Dede, Makmuri, Royadi	KLA12 CP001 hampi mendekati harga batas	Ganti Filter bag, CP001 dan CP002 (12 buah)	06-Jun-12	Berfungsi normal kembali
4	147	03-Jul-13	KLA12	Ade S.	Dede, Makmuri, Yahya	KLA12 Filter kotor (CP001 High)	Ganti filter	09-Jul-13	Berfungsi normal kembali
5	096	06-Mei-14	KLA12 CP002	Budi S.	Makmuri, Dede	KLA12 CP002 maksimal	Ganti Filter Bag (CP001, CP002, KLA12), pencucian drift eliminator	14-Mei-14	Berfungsi normal kembali
6	031	24-Feb-15	KLA12 CP002	Agus S.	Amril, Dede, Makmuri	KLA12 CP002 High	Ganti filter bag, tipe Hi-Flo P8 (6 pc), Chi-Flo (6 pc) Hi-Flo R8 (2 pc), dan Hi-Flo30-85	02-Mar-15	Berfungsi normal kembali

Identifikasi secara visual diketahui banyak terdapat kerusakan fisik pada rumah (*casing*), sehingga terjadi kebocoran pada unit tersebut. Hal ini menimbulkan kondensasi dan laju aliran menjadi rendah.

Kerusakan dari sistem pasokan udara segar KLA12, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2a dan 2b.



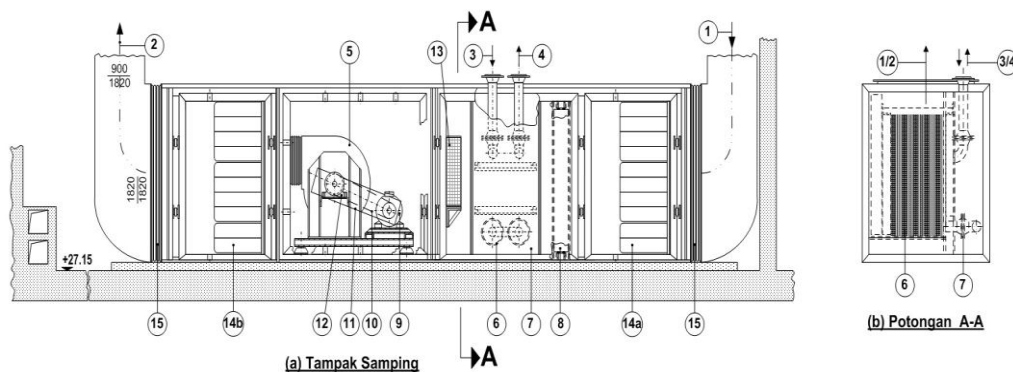
Gambar 2a. Bagian kebocoran pada casing AHU dan kerusakan pipa distribusi



Gambar 2b. Kerusakan pada pipa-pipa coil pendingin

Setelah dilakukan identifikasi kerusakan pada unit AHU KLA12, maka dapatlah diketahui bagian-bagian yang akan direvitalisasi. Cakupan dalam revitalisasi ini adalah penggantian sebuah unit pasokan udara segar (AHU KLA12),

mulai dari *flexible ducting* udara masuk sampai dengan *flexible ducting* udara keluar. Secara terinci bagian/unit yang direvitalisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pasokan udara segar KLA12/12^[sentot]

Keterangan Gambar :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 / 2 = udara masuk/keluar | 10 = v-belt |
| 3 / 4 = air dingin masuk/keluar | 11 = pelindung v-v-belt |
| 5 = blower | 12 = bearing |
| 6 = flange | 13 = screen |
| 7 = cooler | 14a/b= pre / after filter |
| 8 = drift eliminator | 15 = flexible ducting udara masuk/keluar |
| 9 = motor listrik | |

Dari hasil pengamatan maka dapat diketahui komponen-komponen yang diperlukan untuk proses revitalisasi. Pada tabel 3 ditunjukkan secara terinci spesifikasi komponen dan material :

Tabel 3. Spesifikasi komponen dan material AHU KLA12

No.	Komponen	Jenis	Volume	
1.	Casing Unit	PU (Polyurethane) tebal 2 inchi	1	LOT
2.	Frame Unit	• Alumunium • Nylon Corner	2 3	LOT
3.	Evaporator Coil	• Cooper Tube ½” • Alumunium White Fins • Balck Steel Harder	3 2	LOT
4.	Puli Blower	Pulley B3 x 11	1	PC
5.	Puli Motor	Pulley B3 x 10	1	PC
6.	V-Belt	Mitsuboshi B-120	3	PCS
7.	Motor Blower	Tatung 40HP	1	PCS
8.	Blower	Compact Blower RDH710-Blackward-Nicotra	1	SET
9.	Sight Glass	Glass Klem 6” - THK 2”	3	PCS
10.	Filter-filter	• Bag Filter 24”x 24”x 22” • Bag Filter 24”x 24”x 22”	12 6	PCS PCS
11.	Magnahelic (Alat ukur laju air udara)	DWYER 4”	1	PC

Adapun kegiatan revitalisasi unit pasokan udara segar sistem ventilasi reaktor RSG-GAS (AHU KLA12) meliputi :

1. Pembongkaran dan pemindahan AHU
2. Penggantian AHU baru
3. Instalasi dan pengujian
4. Dokumen teknik perawatan dan *troubleshooting*

Pembongkaran Unit

Tahapan pembongkaran AHU dilakukan oleh pihak ketiga (pabrikan penyedia AHU), Seluruh hasil pembongkaran unit AHU ditempatkan di Gudang Induk yang dimiliki PRSG.

Penggantian Unit

Revitalisasi AHU sistem ventilasi dilakukan dengan penggantian beberapa komponen yang terdiri dari : casing, filter udara, motor fan, blower, dan pipa unit pendingin. Pada tulisan ini akan menjelaskan tahapan revitalisasi mulai dari pemasangan, pengoperasian, pengujian dan hasil dari revitalisasi.

Tahapan Pemasangan

Lokasi pemasangan AHU yang dilakukan revitalisasi harus ditempatkan pada lantai atau pondasi yang kuat dan rata. Strukturnya harus mampu menyangga bobot unit, motor fan, air pendingin di dalam koil.

Perakitan Unit^[3]

Unit AHU yang akan dipasang untuk menggantikan sistem KLA12 dirakit langsung di lokasi/ruangan KLA12 di lantai +26,60 m gedung reaktor RSG-GAS. Urutan perakitan dan asesoris yang tersedia tiap model. Baut-baut 6 mm – 8

mm, ring, mur dan foam tape dengan bahan perekat harus direkatkan pada salah satu permukaan flange sebelum baut-baut diletakkan pada flange untuk mengencangkan bagian unit yang sesuai. (seperti ditunjukkan pada Gambar 4)



Gambar 4. Peletakan baut pada flange

Pemasangan Isolator

Semua unit harus dipasang diatas isolator karet atau pegas untuk mengurangi vibrasi yang merambat. Pemasangan isolator-isolator ke kaki-kaki unit pada posisi yang ditentukan, *rubber mounting* (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5) terlebih dahulu batang bautnya ke lubang

yang ada di kaki unit dan untuk selanjutnya dikencangkan murnya.

Setelah isolator terpasang maka unit AHU diletakkan di atas pondasi yang telah tersedia. Penggunaan *spring mounting* untuk kaki unit AHU dimaksudkan untuk mengurangi vibrasi pada sistem.

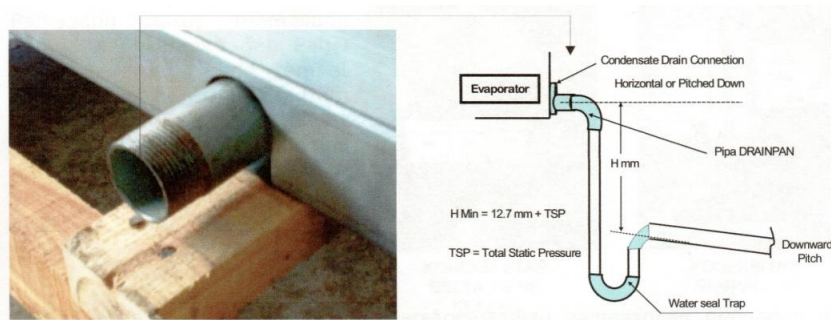


Gambar 5. Pemasangan isolator pada kaki-kaki unit AHU

Pemasangan Pipa Pembuangan Kondensasi

Bagian ini terbuat dari pipa galvanize dengan ulir luar, pipa ini berada pada sisi kanan dari pipa pembuangan coil pendingin. Posisi pipa drain mengikuti

posisi pipa water chiller, pemasangan pemipaan secara miring ke arah drain pan yang terbuka dan pasang plug untuk mempermudah pembersihan. Trap pipa drain harus dibuat untuk pemipaan drain pan semua ukuran unit (lihat Gambar 6)

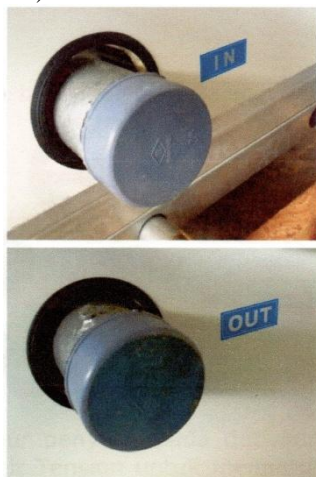


Gambar 6. Pemasangan pipa drain AHU

Pemasangan Koil Pendingin

Pada saat pemasangan koil pendingin yang harus diperhatikan adalah pengaturan pemipaan harus menjamin aliran yang seimbang pada pemasangan multiple koil. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin pada saat venting dan drainase yang baik.

Koneksi ducting harus direncanakan untuk dapat menyediakan aliran udara yang laminar (seragam) pada permukaan koil. Sistem pemipaan terutama yang mendistribusikan air pendingin dari penyedia air dingin (*Chilled Water Unit*) harus dipastikan arah pemasangannya, koil koneksi masuk diberi tanda “IN” dan koneksi pemipaan balik ditandai dengan stiker “OUT” (seperti ditunjukkan pada Gambar 6)



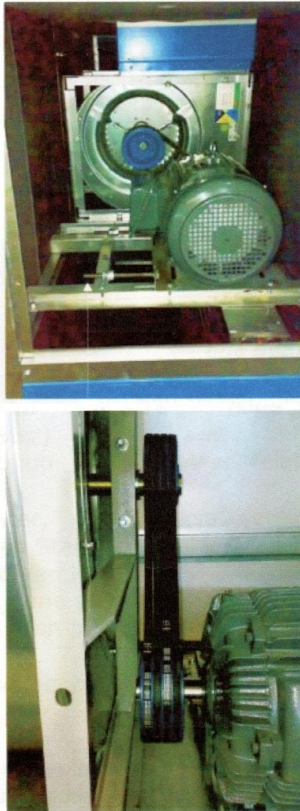
Gambar 6. Pemasangan koneksi koil

Pemasangan V-belt dan Puli

Pemasangan puli yang tidak lurus dan tegangan v-belt adalah masalah yang paling sering menyebabkan getaran berlebih dan memperpendek umur v-belt dan bearing. Perlu diperhatikan untuk memasang puli blower sedekat mungkin dengan bearing.

Penyetelan puli pada motor sampai rata dengan puli blower dengan metode *alignment* dengan menggunakan alat *straight edge* (pelurus). Untuk puli yang beralur banyak gunakan alur paling tengah pada puli motor untuk diratakan terhadap alur tengah pada puli blower.

Periksa dan setel tegangan v-belt (v-belt tension) untuk mengatur tegangan / lendutan sesuai dengan kebutuhan. Apabila v-belt dan puli yang telah terpasang maka harus diperiksa kelurusannya / *alignment*, kemudian atur tegangan v-belt menggunakan baut pengatur padaudukan motor. Posisi dan penyetelan baut pengatur motor ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemasangan puli dan v-belt

Tahapan Pengoperasian

Pemeriksaan sebelum pengoperasian AHU KLA12

Langkah-langkah pemeriksaan sebelum dilakukan pengoperasian, adalah sebagai berikut :

- 1). Pastikan kelistrikan pada panel pengaman dalam posisi off untuk mencegah motor beroperasi secara tidak sengaja
- 2). Periksa bagian dalam unit dan ducting work untuk memastikan bahwa tidak ada benda seperti baut, mur dan kayu atau ada bagian yang masih longgar atau terlepas sehingga kemungkinan terhisap masuk blower yang dapat menimbulkan kerusakan serius pada blower.

- 3). Pemeriksaan dan memastikan bahwa filter udara telah dipasang di filter section dengan end seal terpasang pada tempatnya.
- 4). Penyetelan kekencangan isolator dan posisinya serta penyetelan baut-baut dudukan motor, baut rumah bearing serta baut penyesuaian posisi motor.
- 5). Pemutaran fan shaft dengan tangan untuk memastikan bahwa gerakan bebas dan tidak ada benda yang masuk selama pengiriman dan pemasangan.
- 6). Pemeriksaan ulang kelurusan puli dengan menggunakan alat straight edge (batang pelurus) juga tegangan v-belt dengan v-belt tension meter.
- 7). Perhatikan petunjuk dari pabrik pembuat motor blower, dan periksa setiap komponen apakah sesuai sebelum dilakukan *start-up*.
- 8). Operasikan motor untuk jangka waktu yang pendek untuk memastikan apakah motor berputar dalam arah yang benar sesuai tanda arah putaran blower pada sisi unit (jendela) pada casing AHU.
- 9). Periksa kecepatan motor, apakah sesuai dengan name plate motor dengan menggunakan tachometer.
- 10). Jika terjadi getaran v-belt harus dilepaskan dari drive, dan motor dijalankan tanpa beban untuk menentukan jika shaft motor mungkin miring, kemungkinan motor tidak balance, bearing motor yang rusak.

Pengujian Unit Pasokan Udara Segar

Setelah selesai dilakukan revitalisasi unit AHU KLA12, kemudian dilakukan uji fungsi atas kinerja dari peralatan tersebut, sesuai dengan persyaratan operasi AHU seperti dalam spesifikasi teknis sistem ventilasi reaktor RSG-GAS.

Adapun jenis-jenis pengujian yang dilakukan pada unit pasokan udara segar

(KLA12) pada sistem ventilasi reaktor RSG-GAS, adalah sebagai berikut :

1. Uji kebocoran rumah/penutup (*envelope/cover/housing*) AHU dan standar uji yang digunakan (*leakage test*).
2. Uji kebisingan dan standar uji yang digunakan (*noise test*).
3. Uji keseimbangan blower dan standar uji yang digunakan (*balancing test*).
4. Hasil pengukuran laju alir udara fungsi beda tekanan dan standar uji yang digunakan.
5. Hasil pengukuran laju alir air dingin fungsi beda tekanan dan standar uji yang digunakan.
6. Uji kemampuan beban pendingin dan standar uji yang digunakan (*cooling load test*).
7. Uji tekan statis *water cooler* dan standar uji yang digunakan (*hydrostatic test*).
8. Uji tahanan isolasi motor listrik (*insulation test*).

PEMBAHASAN & HASIL

Kegiatan revitalisasi yang telah dilakukan pada unit pasokan udara segar (KLA12), sebagian besar adalah pekerjaan mekanik, berupa penggantian unit Casing AHU termasuk penggantian komponen utama yang ada di dalamnya : motor, blower, puli, koil pendingin dan filter-filter. Pada Gambar 8 ditunjukkan AHU KLA12 yang telah dilakukan revitalisasi.



Gambar 8. Kondisi AHU KLA12 sebelum dan sesudah penggantian

Setelah instalasi unit AHU selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah pemeriksaan kesesuaian spesifikasi dan material komponen yang dipersyaratkan.

Tahapan pengoperasian dan pengujian dilakukan setelah diperoleh kesesuaian spesifikasi dan material komponennya. Pada Gambar 9 ditunjukkan kegiatan pengujian pada AHU yang telah direvitalisasi.



Gambar 9. Kegiatan pengujian pasca revitalisasi AHU

Dari pengoperasian dan pengujian hasil revitalisasi tersebut diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian revitalisasi pasokan udara segar AHU KLA12

No.	Pekerjaan	Hasil	Keterangan
1	Starter Panel	ok	Berfungsi baik
2	Motor Series	155072829	
3	Motor Voltage	S = 406	Memenuhi persyaratan (Batasan keselamatan LAK $\pm 20\%$ dari 380)
		T = 407	
		R = 402	
4	Motor Ampere	R = 25,3 A	Memenuhi persyaratan (tidak melebihi batas maksimum name plate 56A)
		S = 29 A	
		T = 25,5 A	
5	Motor Kapasitas	40 HP	Memenuhi persyaratan (sesuai data name plate pabrikan 40 HP)
6	Full Load Ampere	56 A	Memenuhi persyaratan (sesuai data name plate pabrikan 56 A)
7	RPM Motor	1490	Memenuhi persyaratan (data pabrikan motor $1480 \pm 1\%$)
8	RPM Blower	1490	Memenuhi persyaratan (data pabrikan motor $1480 \pm 1\%$)
9	CFM Unit	27.335,88 m ³ /jam	Memenuhi persyaratan. Batasan udara masuk 22.000–28.000 m ³ /jam
10	Air Filter	30 Pa	Memenuhi persyarata (batasan maks 250Pa)
14	Water Chiller (Inlet)	7 ⁰ C	Memenuhi persyaratan (batasan 6 ⁰ C ± 1)
15	Water Chiller (Outlet)	10 ⁰ C	Memenuhi persyaratan (batasan maks 13 ⁰ C)

18	Temperatur supply	13 ⁰ C	Memenuhi persyaratan (batasan 12 ⁰ C ± 1)
19	Kelembaban	50%	Memenuhi persyaratan (batasan maks 60%)
20	Temperatur Return	20 ⁰ C	Memenuhi persyaratan (nilai batasan 20 ⁰ C, jika melebihi akan timbul <i>high temperature</i>)
21	Tekanan Udara	50 Pa	Memenuhi persyaratan
22	Tingkat Kebisingan	76 dB	Memenuhi persyaratan (batasan maks 80 dB)

Dari serangkaian kegiatan pengujian hasil revitalisasi tadi adalah untuk memastikan bahwa semua sistem dan komponen yang telah dipasang, diperiksa, dioperasikan serta dipelihara sesuai kebutuhan operasional dan batasan yang diijinkan.

Untuk mengantisipasi permasalahan / gangguan pada unit AHU pasca kegiatan revitalisasi, pihak pabrikan telah memberikan petunjuk penyelesaiannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 di dalam lampiran.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pasca revitalisasi unit pasokan udara segar sistem ventilasi RSG-GAS beroperasi baik, memenuhi spesifikasinya, yaitu sebesar 27.335,88 m³/jam serta tidak ditemukan adanya

penyimpangan terhadap nilai batas operasi yang disyaratkan. Tidak ditemukan adanya kerusakan dan kebocoran pada unit AHU KLA12 sehingga dapat mendukung operasi reaktor RSG-GAS.

DAFTAR PUSTAKA

1. **ANONIM**, Dokumen Laporan Analisis Keselamatan, , No. SG.KK.03.04.63.08, PRSG-BATAN. 2008.
2. **SENTOT ALIBASYA HARAHAP**, Diktat Pelatihan Penyegaran Teknisi dan Supervisor Perawatan Reaktor RSG-GAS Pusdiklat – PRSG BATAN, 4 Maret 2013.
3. **ITU**, Instalasi Tata Udara, PT. Buku Petunjuk Tentang Air Handling Unit (AHU). 22 Oktober 2015.

Tabel 5. Petunjuk permasalahan yang timbul pada AHU

Masalah	Sumber	Kemungkinan Penyebab
Kebisingan	1. Blower menyentuh inlet scroll	<ul style="list-style-type: none"> • Blower tidak terletak ditengah • Shaft terhadap bearing longgar (periksa kunci adapternya) • Blower terhadap shaft longgar (periksa pengunci blower) • Posisi bearing pada penyangga longgar
	2. Drive	<ul style="list-style-type: none"> • Puli terhadap shaft motor atau fan longgar • V-belt kendur, setel kembali • Ukuran v-belt atau merek v-belt tidak sama satu sama lainnya • Puli motor dan puli blower tidak lurus • V-belt sudah aus ganti baru yang sama tipe • Motor, braket motor atau frame blower tidak terpasang dengan kuat • V-belt berminyak atau kotor, bersihkan
	3. Bearing	<ul style="list-style-type: none"> • Bearing rusak/aus • Bearing perlu pelumasan • Penyangga bearing longgar • Shaft terhadap bearing longgar (periksa kunci adapternya) • Peletakkan tidak lurus, korosi antara bagian dalam bearing dan shaft
	4. Blower	<ul style="list-style-type: none"> • Blower terhadap shaft longgar (periksa pengunci blower) • Blower rusak (Hubungi pabrikan) • Blower tidak balance • Ada benda asing pada sudu-sudu blower
	5. Housing (rumah blower)	<ul style="list-style-type: none"> • Ada benda asing di dalam rumah blower • Baut cut-off rumah blower
	6. Kelistrikan	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel masuk unit terpasang dengan baik atau terlalu kaku • Dengung pada motor atau komponen elektrik lainnya (kalau terpasang) • Bearing pada elektrik motor • Motor 3 phase, yang dipasang 1 phase atau hilang 1 phase
Kebisingan	1. Shaft	<ul style="list-style-type: none"> • Shaft bengkok, terjadi getaran • Shaft longgar, dapat menimbulkan bunyi pada impeller, bearing, atau puli • Balance weight internal longgar • Kelurusan bearing
	2. Kecepatan udara tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Ducting work terlalu kecil • Fan berputar terlalu cepat • Pilihan fan terlalu kecil • Tekanan static lebih kecil dari perkiraan • Register dan grille terlalu kecil • Luas permukaan koil pemanas atau pendingin terlalu kecil

	3. Aliran udara kecepatan tinggi jika dihalangi dapat menyebabkan suara berderak atau berisik	<ul style="list-style-type: none"> • Damper-damper pada main ducting • Splitter/grille longgar • Elbow ducting yang terlalu tajam • Menggunakan system turning fan
	4. Terjadi gelombang suara	<ul style="list-style-type: none"> • Ducting work terlalu besar • Operasi blower fan yang parallel • System dalam ducting tidak stabil • Ducting bergetar pada frekuensi yang sama dengan gelombang dari fan • Terjadi efek pipa organ ducting yang panjang
	5. Udara kecepatan tinggi keluar dari celah atau kebocoran ducting	<ul style="list-style-type: none"> • Kebocoran pada ducting work • Kebocoran dari sambungan grille atau register
	6. Bunyi berderak atau gemuruh	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan angin di dalam ducting terlalu tinggi • Ducting work bergetar • Koneksi fleksibel terlalu longgar atau terlalu kencang • Bagian-bagian yang bergetar tidak diisolasi
Flow Rendah	1. Fan Blower	<ul style="list-style-type: none"> • Forward curve/backward curve dipasang terbalik • Fan berputar terbalik • Blower tidak dapat ditengah terhadap inlet cone • Putaran blower terlalu lambat
	2. Sistem ducting	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem bersifat menahan aliran dari yang diperkirakan • Damper tertutup • Kebocoran ducting suplai • Saluran ducting ada yang terbuka • Insulating ducting bagian dalam longgar
	3. Filter udara	<ul style="list-style-type: none"> • Kotor atau tersumbat oleh banyaknya debu atau kotoran lainnya
	4. Koil	<ul style="list-style-type: none"> • Sirip koil rusak • Kotor atau tersumbat
	5. Sirkulasi ulang	<ul style="list-style-type: none"> • Kebocoran pada cabinet internal yang memisahkan fan section dan oil section
	6. Masukan fan yang terhalang	<ul style="list-style-type: none"> • Elbow, atau damper-damper isolasi yang terlepas, menghalangi aliran udara
	7. Tidak ada ducting yang lurus pada keluaran fan	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadinya penurunan unjuk kerja • Kecepatan blower tidak dapat dinaikkan untuk mengatasi kehilangan tekanan • Periksa batas-batas rpm pada blower
	8. Halangan pada aliran udara kecepatan tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat elbow yang tajam dekat keluaran fan • Turning fan yang salah desain atau tidak tersedianya turning fan
Flow Tinggi	1. Sistem	<ul style="list-style-type: none"> • Ducting terlalu besar • Pintu akses terbuka/udara bypass • Filter tidak terpasang • Damper diset untuk bypass koil
	2. Fan	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Backward inclined impeller</i> dipasang mengarah ke belakang (HP akan tinggi) • Kecepatan fan terlalu tinggi

Tekanan Statik Salah	1. Densitas udara	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan-tekanan akan berkurang pada temperatur udara tinggi, atau pada ke tinggi-tinggian
	2. Fan pada sistem atau interpretasi pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan statik pada sebuah titik pengukuran dalam sistem adalah fungsi dari sistem desain (hambatan terhadap aliran), densitas udara yang mengalir melalui sistem. Tekanan statik yang terukur pada system yang longgar (ukuran ducting besar) akan lebih kecil dari tekanan statik pada sistem yang sempit (ukuran ducting kecil) dengan laju aliran yang sama. Pada kebanyakan sistem pengukuran tekanan adalah indicator operasi suatu sistem. Ukuran-ukuran ini merupakan indikator yang berguna dalam mendefinisikan karakteristik sistem